



TITLE:

23. 共鳴4光子ミキシング法による
narrow gap半導体の研究(大阪大学
基礎工学部物性分野,修士論文アブ
ストラクト(1981年度))

AUTHOR(S):

樋本, 健

CITATION:

樋本, 健. 23. 共鳴4光子ミキシング法によるnarrow gap半導体の研究(大阪大学基礎工学部物性分野,修士論文アストラクト(1981年度)). 物性研究 1982, 38(3): 140-141

ISSUE DATE:

1982-06-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/90712>

RIGHT:

17–19 at % Ge の A15 相が存在するだけである。 T_c も 6–7 K と低い値である。また、Nb–Si 系では、A15 相は存在しないが、もし定比組成の A15 相に合成されれば、高い T_c が得られると予測されている。高圧力の条件を加えることによって、常圧下では合成されない非平衡相を安定化させることが期待できるので、定比組成に近い、秩序度の高い Nb₃Ge や Nb₃Si を合成できるかもしれない。

Nb₃Ge アーク融解法により作成した出発物質は 19.5 at % Ge を含む A15 相（一部正方晶 Nb₅Ge₃ を含む）であり、 T_c は 6.2 K であった。この T_c が高圧高温処理後 14–16 K に高くなった。電子線プローブマイクロアナライザーにより、高圧高温処理後の A15 相内の Ge 含有量を調べたが、出発物質と有意の差は認められなかった。次に粉末 X 線回折を行い、A15 相の (210) 反射と (211) 反射の強度比より長距離秩序度 S を求めたところ S に向上が認められた。よって高圧高温処理は A15 相の秩序度を高め T_c の向上をもたらすことが明らかとなった。また、冷却速度を変えた実験からは、冷却速度が遅い方がより秩序度が良くなることも示された。

Nb₃Ge_{1-x}Si_x $x = 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.7, 1$ と Si 濃度を変えた。5, 10, 20 at % Si の出発物質の T_c は A15 相による 6.0–6.5 K である。この T_c は高圧高温処理することにより、13.5–15 K にまで向上した。同程度の組成比をもつものでも、高圧高温処理条件により、このような高い T_c を示さぬ場合も認められた。この T_c の向上も秩序度が良くなったためと思われる。

23. 共鳴 4 光子ミキシング法による narrow gap 半導体の研究

樋 本 健

InSb, HgCdTe などの半導体に周波数 ω_1, ω_2 の 2 つの異なる光を入射させると、ランダウ準位のスピン分離 $\mu_B g^* H$ が $\hbar \Delta\omega = \hbar(\omega_1 - \omega_2)$ に等しくなるところで鋭い共鳴ミキシングが起り、 $\omega_3 = 2\omega_1 - \omega_2$, $\omega_4 = 2\omega_2 - \omega_1$ の光が観測され共鳴 4 光子ミキシング法と呼ばれている。この鋭い共鳴は、spin flip Raman 散乱による 3 次の強い非線形光学効果によるもので、その共鳴線幅は共鳴磁場の $\sim 1\%$ と十分に狭い。従って、 $\hbar \Delta\omega = \mu_B |g^*| H$ の関係式から g 因子を正確に決定でき、また、 g 因子、共鳴線幅の磁場依存性、温度依存性なども調べるこ

とができる。さらに、このような半導体を用いて Spin Flip Raman laser (SFRL) を試作する場合の、用いる試料の空間的均一度もその線幅から見積ることができる。現在、 $9\sim 14\ \mu\text{m}$ までの連続波長可変な SFRL が InSb を CO_2 レーザーで励起することにより得られているが、より g 因子の大きい HgCdTe を用い、 NH_3 レーザーなどのより長波長の励起光を用いることにより SFRL の長波長への拡張が期待される。

まず、CW CO_2 レーザーによる 4 光子ミキシングの測定システムを製作し、主に、 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ ($x \cong 0.23$ $n \sim 8 \times 10^{14}\text{cm}^{-3}$) について測定を行った。最初に、 g 因子、及び共鳴線幅の磁場依存性を 2T 付近まで測定した。 g 因子は、conduction band の nonparabolicity により磁場とともに減少し、線幅は音響フォノン散乱により磁場とともに増大することが測定された。次に、測定温度を $5\sim 20\text{K}$ まで変化させ温度効果を測定した。共鳴のピークは温度とともに高磁場側へシフトし、線幅も広くなる。また、信号強度は温度の上昇とともに減少することが測定された。

共鳴 4 光子ミキシング法によるこのような基礎特性調査ののち、TEA CO_2 レーザー励起 NH_3 レーザーを製作し、その $12\ \mu\text{m}$ 近傍の発振線を励起光とする SFRL を発振させようとする試みがなされた。

24. 擬 2 次元磁性体の臨界現象

村 上 洋 一

2 次元 XY 系では、従来の相転移とは違った、例えば、帯磁率は発散するけれども自発磁化は出ないような新しい相転移の可能性が指摘されてきた。これに関連して、XY 性の強い擬 2 次元反強磁性体である $\text{Co}(\text{HCOO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を対象として、その帯磁率と自発磁化を、高感度磁束計 SQUID を用いて測定し、臨界点近傍のスピン振舞いを詳しく調べた。何故、 $\text{Co}(\text{HCOO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を選んだかと言うと、この化合物は主として非等価な g テンソルを有する反強磁性体であるため、一様モードとスタガードモードの微弱な結合によって、通常の磁化と帯磁率を測定することにより、スタガードモードの振舞いを知ることができるからである。

下図に示すのは、外部磁場 10Oe をかけて磁場中冷却後、周波数 10Hz で小振幅励起磁場 (約 1mOe) をかけながら、ほぼ零磁場下 (3mOe 以下) で同時測定した帯磁率 χ と自発磁化 M である。帯磁率は、 $T_N = 5.1\text{K}$ でピークを持っているが、これは系のスタガード帯磁率